खगोल विद्या

श्रीमन्महाराजाधिराज पश्चिमोत्तरदेशाधिकारी

श्रीयुत लेफ़्टिनेंट गवर्नर बहादुर की

आज्ञानुसार

साहिब डैरेक्टर आफ़ पबलिक् इन्स्ट्रक्शन बहादुर के

सररिश्ते में

बालकृष्ण शास्त्री खण्डकर ने अंग्रेज़ी से

उल्था किया

इलाहाबाद

गवर्नमेंट के छापेख़ाने में छापा गया

सन् १८६० ई०

ग्रहों के नाम आदि का सूचीपत्र ।

	चन्द्र	व्यास माल	अक्ष के आस पास फिरने का काल	सूर्य्य से दूरी मील	सूर्य्य के आस पास एक प्रदक्षिणा होने का काल	क्रान्तिवृत्त से दूसरे ग्रहों की कक्षा का झुकाव
सूर्य्य ..		८८२०००	२५ दिन ८ घंटे			
बुध ..		३१४०	२४ घंटे ५ मि०	३०००००००	८८ दिन	७° 0'
शुक्र ..		७८००	२३ घंटे २१ मि०	६८०००००००	२२५ दिन	३° २३'
पृथ्वी	१	७९२६	२४ घंटे ० मि०	९५००००००	३६५¼ दिन	
मङ्गल		४१००	२४ घंटे ३० मि०	१४२००००००	६८७ दिन	१° ५१'
फ्लोरा		अनिश्चित	अनिश्चित	२०६००००००	११९३ दिन	५° ५३'
वेस्टा		२५०१	तथा	२२४००००००	१३२५ दिन	७° ८'
ऐरिस् ..		अनिश्चित	तथा	२२६००००००	१३४१ दिन	५° २८'
मेटीस् ..		तथा	तथा	२२६००००००	१३४५ दिन	५° ३४'

	चन्द्र	व्यास मील	अक्ष के आस पास फिरने का काल	सूर्य्य से दूरी मील	सूर्य्य के आस पास एक प्रदक्षिणा होने का काल	क्रान्तिवृत से दूसरे ग्रहों की कक्षा का झुकाव
हिबी ..		अनिश्चित	अनिश्चित	२३०००००००	१३७९ दिन	१४° ४७′
आस्ट्रिया ..		तथा	तथा	२४५००००००	१५११ दिन	५° १९′
जूनो		७९ ?	तथा	२५४००००००	१५९४ दिन	१४° ४०′
सीरीस् ..		१६३ ?	तथा	२६३००००००	१६८२ दिन	१०° ३७′
पालेस ..		अनिश्चित	तथा	२६३००००००	१६८६ दिन	३४° ३७′
बृहस्पति	४	८७०००	९ घं० ५६ मि०	४९०००००००	४३३३ दिन	१° १८′
शनि	८	७९१६०	१० घं० २९ मि०	९०००००००००	१०७५९ दिन	२° २९′
युरेनस् ..	६	३४५००	९ घं० ३० मि०	१८००००००००	३०६८७ दिन	०° ४६′
नेपच्यून ..	२	४१५००	अनिश्चित	२८५००००००	६०१२७ दिन	१° ४६′
चन्द्र		२१८०	२७ दिन ८ घंटे	२४००००	२७ १/३ दिन	५° ९′

॥ भूमिका ॥

सब लोग, दिन के समय सूर्य्य और रात में चन्द्र और नक्षत्र अर्थात् सितारों को पूर्व से पश्चिम की ओर जाते हुए देखते हैं, परन्तु इस हिन्दुस्तान में ऐसे लोग बहुत थोड़े हैं, कि जिनको संस्कृत ज्योतिष की सहायता से उनके आकार, स्थिति, परिमाण, गति आदि का ज्ञान है, और साधारण लोग तो केवल सुनने से सूर्य्य चन्द्र सितारे, इतने नाममात्र जानते हैं और उनको इनके विषय में कुछ ज्ञान नहीं है, प्रत्युत ग्रहणादिक के देखने से बड़ा अचरज करके कहते हैं कि किस प्रकार से ज्योतिषी लोगों को आकाश की बातें पहिले जान पड़ती हैं। और उनको थोड़े से परिश्रम से इन विषयों का संक्षेप से भी ज्ञान होने के लिये हिन्दी में कोई पुस्तक इस प्रकार की उपस्थित न थी, और जो ग्रन्थ ज्योतिष के संस्कृत में हैं उनको, भाषा और विषय, इन दो कठिनताओं के कारण साधारण लोग पढ़ नहीं सकते, इसलिये उनको ऐसे विषय का ज्ञान होना बड़ा दुर्घट था। परन्तु इन दिनों में सर्वजनोपकारक सरकार कम्पनी बहादुर ने सब देशों में विद्या का प्रचार करके लोगों को अज्ञानरूपी अन्धकूप से उद्धार करना विचारा, उसी के अनुसार, श्रीयुत पश्चिमोत्तर देशाधिकारी लेफ़्टिनेन्ट गवर्नर कालविन साहिब बहादुर की आज्ञा से, यह खगोल विद्या

नामक ग्रन्थ डैरेक्टर रीड साहिब बहादुर के समय में अंगरेज़ी से हिन्दी में उल्था किया गया और क़ायम मुक़ाम डैरेक्टर थारन्हिल साहिब के समय में छापा गया, इस में जो २ विषय हैं, उनका आकार अर्थात् नक़शह दिखलाके विद्यार्थियों को सिखलाने से उनके मन में भली भांति भर जायगा, इसलिये इस ग्रन्थ में सब विषय आकार करके वर्णन किया है, और जो नक़शे लिखने के योग्य थे वे लिखे हैं ॥

अब इस ग्रन्थ में पहिले तो, जैसी प्राचीन काल से सब देशों में व्यवस्था थी वह दिखलाई है, तिसके उपरान्त यथार्थ स्थिति जो कि उपलभ्यमान है वह दिखलाके, सूर्य्यादिक सब ग्रहों का आकार, परिमाण, हर एक की सूर्य्य से दूरी, और फिरने का काल आदि कहा है, फिर धूमकेतु का आकार कक्षा आदि का वर्णन है, फिर क्रान्तिवृत्त अर्थात् पृथ्वी की कक्षा और ग्रहों का मार्गी और वक्री भवन आदि दिखलाके पृथ्वी के आकार और भिन्न २ स्थिति के विषय में वर्णन किया है। तिसके अनन्तर चन्द्र के फिरने की चाल, और उसकी शुक्लता की ह्रास वृद्धि का कारण, और उसके गोल का वर्णन करके ग्रहण के विषय में वर्णन किया है। तिसके उपरान्त समुद्र के ज्वारभाटे की उपपत्ति दिखलाके अन्त में कुछ फुटकर बातें लिखी हैं ॥

इसी प्रकार दिन २ सरकार की देशोपकारक विद्यावृद्धि की इच्छा और प्रयत्न से सब विषय सुगम होके सब लोगों को थोड़े ही से परिश्रम से ऐसे २ विषयों का परिज्ञान होगा ॥

4

खगोल विद्या

जिस से खस्थ * पदार्थों की गति का नियम, उदय, परिमाण, दूरी, और परस्पर सापेक्ष स्थिति आदि का निश्चय होता है, उसे खगोल विद्या कहते हैं। उस विद्या का कुछ संक्षेप वर्णन यहां करते हैं ॥

जब हम आकाश की ओर देखते हैं, तब हमको यह समझना चाहिये कि जिस में सूर्य्य, चन्द्र, और दूसरे खस्थ पदार्थ स्थित हैं, उस महान् आकाशरूपी गोलार्द्ध के केन्द्र में हम हैं ॥

अब देखो कि यह खगोल पूर्व से पश्चिम को ओर जाता हुआ, जिस बिन्दु से अक्षांश गिने जाते हैं, उस आकाश के ध्रुव सञ्ज्ञक बिन्दु को चौबीस घंटे में एक परकम्मा देता है ॥

यह बिन्दु पृथ्वी के उत्तरध्रुव पर रहनेहारों को ठीक माथे के ऊपर, और विषुवद्वृत्त † पर रहनेहारों को

---

* सूर्य्य, चन्द्र आदि ग्रह, और सब नक्षत्र जो कि आकाश में दिखलाई देते हैं ॥

† पृथ्वी पर जिस स्थान में सर्वदा दिन रात बराबर होती है, उस स्थान पर से भूमि के समान दो भाग करनेहारा जो पूर्वापर वृत्त होगा वह विषुवद्वृत्त कहलाता है ॥

क्षितिज * में देख पड़ता है। और जिस देखनेहारे का स्थान विषुवद्वृत्त से जितने अंश उत्तर की ओर होगा, उसको उत्तरध्रुव, क्षितिज से उतने ही अंश ऊंचा देख पड़ेगा, और वे ऊंचाई के अंश, अक्षांश कहलाते हैं। और जो लोग विषुवद्वृत्त से दक्षिण की ओर रहते हैं, उनको यह बिन्दु कभी नहीं देख पड़ेगा॥

हमारे अक्षांश रेखा में इस बिन्दु की तिरछी स्थिति अर्थात् हमारे क्षितिज और ख स्वस्तिक † के बीच में होने के कारन से खगोलार्द्ध पर हमारे उत्तर की ओर का हर एक भाग उत्तरध्रुव से, और दक्षिण की ओर का दक्षिणध्रुव से जैसा २ दूर हो वैसा २ बहुत ऊंचा देख पड़ता है, और कोई २ भाग क्षितिज के नीचे जाने से देख नहीं पड़ते। जैसा, यदि हम सूर्य्य की गति देखते रहें तो हम देखेंगे कि सूर्य्य का उदय पूर्व दिशा में सवेरे के पांच बजे से सात बजे के बीच में होता रहता है, परन्तु वह आकाश में अपने अतिशय उच्च स्थान पर सर्वदा बारह बजे पहुंचता है; अर्थात् जब सूर्य्य का उदय ५ बजे होता है तब उसका उच्च स्थान बहुत ऊंचा है इसलिये सात घंटे में वहां पहुंचता है, और जब सात बजे उदय होता है तब उच्च स्थान नीचा है इस-

---

* मैदान में खड़े होने से अपने आस पास जहां भूमि से लगा हुआ आकाश देख पड़ता है, वहां से जो एक वृत्ताकार बनेगा उसे क्षितिज कहते हैं, और इस वृत्त से खगोल में ऊपर का और नीचे का ऐसे दो भाग होते हैं॥

† अपने माथे पर ठीक आकाश में के बिन्दु को ख स्वस्तिक कहते हैं॥

लिये पांच घंटे में वहां पहुंचता है। और सन्ध्या के पांच से सात बजे के बीच पश्चिम की ओर क्षितिज के नीचे चला जाता है॥

इसी प्रकार से हम चन्द्र के विषय में भी देखेंगे, परन्तु पृथ्वी की अपेक्षा इसकी स्थिति के अनुसार इसके उदय और अस्त का काल बहुत ही अधिक है। और जो हम नक्षत्रों को देखते रहें तो हमको उन में से कोई २ नक्षत्रों का उसी प्रकार से उदय और अस्त देख पड़ेगा, परन्तु जो कि उत्तर ध्रुव* के पास हैं उनका अस्त और दक्षिणध्रुव के पासवाले नक्षत्रों का उदय, कभी नहीं देखने में आवेगा॥

यदि हम और भी नक्षत्रों को देखते रहें, तो हमको उन में से जिन थोड़ेसे तारों की स्थिति बदलती हुई दिखलाई देती है, वे ग्रह कहाते हैं, और शेष स्थिर तारे वा नक्षत्र बोले जाते हैं॥

इन दृश्य पदार्थों की गणना करने की पुरानी यूरोपियन लोगों की रीति जो, कि देखते ही सहज जान पड़ती है, उसका, (टालमिक) नामक पुरुष जो कि क्रिश्चियन् शक के १०० वें वर्ष में प्रसिद्ध हुआ था, उसने पीछे से उद्धार किया, तिस पीछे यह रीति टालमिक सिस्टम अर्थात् टालमी की रीति कहाई गई। इसका वर्णन अगले आकार में किया है॥

---

* ध्रुवस्थान के बहुत पास का जो नक्षत्र प्रायः अपनी स्थिति में कुछ बदल न करके स्थिर की नाईं देख पड़ता है, उसे ध्रुव कहते हैं॥

१ आकार

टालमी के मत में इस खगोल के केन्द्र में पृथ्वी है, और संपूर्ण भपञ्जर * २४ घंटे में एक बार इसके आस पास घूमता है, परन्तु सूर्य्य, चन्द्र, और ग्रह अपनी गति के कारण से पूर्वोक्त काल से अधिक वा न्यून काल में इसके आस पास घूमते हैं और बुध, शुक्र, सूर्य्य, मङ्गल वृहस्पति, और शनि, इनकी अपेक्षा चन्द्र इसके पास है अर्थात् पृथ्वी के पास चन्द्र की कक्षा † है तिसके ऊपर बुध, शुक्र आदि ग्रहों की कक्षा क्रम से एक के ऊपर एक चली गई है ॥

अब, जो भी इस मत में बहुतसे प्रत्यक्ष दोष हैं, तो भी जब तक (कोपरनिकस) नामक अतिनिपुण ज्योतिषी ने, उस रीति को जो कि क्रिश्चियन् शक के ५०० वर्ष पूर्व (पिथागोरास) नामक ने प्रकाशित की थी, परन्तु प्रत्यन्न कठिनता के कारण से प्रचलित न थी, फिर से उद्धार किया तब तक १५०० वें वर्ष पर्य्यन्त यही प्रचलित रहा ॥

२ आकार

(कोपरनिकस) के मत में इस खगोल के मध्य में सूर्य्य है, और पृथ्वी, और दूसरे ग्रह भिन्न २ दूरी पर, भिन्न काल में भिन्न २

---

* किसी गोल पिंजरे में जैसी कीलें जड़ी रहती हैं वैसे इस आकाशरूपी पिंजरे में मानो स्थिर नक्षत्र जड़े हुए हैं, उसी को भपञ्जर कहते हैं ॥

† जिस वृत्ताकार मार्ग में सूर्य्य, चन्द्र आदि ग्रह चलते हुए दिखलाई देते हैं उसे कक्षा कहते हैं ॥

गति वेग के अनुसार इसके आस पास घूमते हैं, और चन्द्र पृथ्वी के आस पास घूमते हुए उसके सह वर्त्तमान उसी की वार्षिक गति से सूर्य्य के आस पास घूमता है, और ये सब पश्चिम से पूर्व की ओर चलते हैं॥

अब खस्थ पदार्थों की पूर्व से पश्चिम की ओर जो गति देख पड़ती है, वह पृथ्वी के, अपने अक्ष पर अर्थात् पृथ्वी के उत्तरध्रुव से दक्षिणध्रुव तक जो एक काल्पनिक रेखा पृथ्वी के मध्य बिन्दु में होके जायगी, उस पर प्रतिदिन पश्चिम से पूर्व की ओर एक बार घूमने के कारण से होती है। इस आकार में सूर्य्य केन्द्र में है, और शुक्र, पृथ्वी, चन्द्र, मङ्गल, बृहस्पति, और शनि इनकी अपेक्षा, बुध सूर्य्य के बहुत पास है, और उसके अनन्तर शुक्रादिकों की क्रम से एक के ऊपर एक कक्षा हैं॥

(कोपरनिकस) की रीति प्रसिद्ध होने के थोड़े दिन पीछे एक (टिकोब्राहि) नामक डेनिश * ज्योतिषी ने ज्योतिः शास्त्र के कोई २ स्थलों में इस रीति का असम्भव है ऐसा बिश्वास करके दूसरी रीति ठहराई वह आगे के आकार में वर्णित है॥

३ आकार

इस में सूर्य्य के आस पास ग्रहों की गति तो मानी है, परन्तु उन सब ग्रहों के साथ सूर्य्य आप २४ घंटे में पृथ्वी के आस पास घूमता है, और पृथ्वी स्थिर है॥

यह मत इतना अयौक्तिक और असम्भवनीय था कि बहुत दिन तक नहीं चला, और इसी कारण से शीघ्र ही इसके बदले

* डेनमार्क देश का रहनेहारा॥

में यथार्थ अर्थात् (कोपरनिकस) की रीति स्थापित हुई, जिसको (गालीलियो,) (केपलर,) और (न्यूटन), इन लोगों ने नई २ बातें प्रकाशित करने से बढ़ाया, और इन्हों ने एक परस्परा-कर्षण की अति उत्तम विधि स्थापित किई, जिस से कि ग्रहों की गति का नियम बन्ध गया है। और (कोपरनिकस) के समय से बहुतेरे दूसरे ग्रह, और उपग्रह अर्थात् चन्द्र, जो कि वृहस्पति आदि चार ग्रह बहुत दूर हैं उनके आस पास फिरनेहारे, प्रकाशित किये गये। यह रीति जो कि वर्त्तमान काल में प्रचलित है, चौथे आकार में वर्णित है॥

४ आकार

अब देखो कि सूर्य्य केन्द्र में है, और उसके पास बुध, तदनन्तर शुक्र, पृथ्वी, चन्द्र, मङ्गल, ये क्रम से हैं, इनके ऊपर नौ छोटे २ ग्रह अर्थात् (आस्ट्राइडस) नामक हैं, ये नये प्रकाशित किये गये हैं, अनन्तर अपने चार चन्द्रों के साथ वृहस्पति, और सात चन्द्रों के और कड़े के साथ शनि, तिस पर ६ चन्द्रों के सह (युरेनस), फिर दो चन्द्रों के और कड़े के सहित (नेप्च्यून) नामक ग्रह है। सिवाय इसके दो धूमकेतु इस आकार में दिखलाये हैं *॥

ये सब ग्रह सूर्य्य के आस पास अपनी २ नियत कक्षा में फिरते हैं, और इन में से जो सूर्य्य के पास हैं उनकी गति बहुत शीघ्र और जो दूर हैं उनकी गति बहुत मन्द है। जैसे

* चौथे आकार में देखो॥

कि बुध अपनी कक्षा में ८८ दिन में एक प्रदक्षिणा करता है, और नेप्च्यून जो कि सभों से दूर है, उसकी एक प्रदक्षिणा को १६० वर्ष लगते हैं * ॥

अपने अक्ष के आस पास पृथ्वी की जो दैनंदिन † गति है, उसके कारण से सब खस्थ पदार्थ २४ घंटे में हमारे आस पास एक बार घूमते हुए देख पड़ते हैं, और जिस वार्षिक गति ‡ से सूर्य्य के आस पास पृथ्वी घूमती है, उस से सूर्य्य और जितने ग्रह हैं, उनका दृश्यमान स्थान स्थिर तारात्रों के बीच आकाश में दिन २ बदलता रहता × है । और सूर्य्य के आस पास उस २ ग्रह का फिरना भी उनके २ स्थान की बदल में कारण है । परन्तु उनकी गति सर्वदा ठीक एकसी नहीं रहती, और उनकी कक्षा भी वृत्ताकार नहीं है किन्तु जैसी धूमकेतु की है वैसी बदामे केसे आकार की है । और बदामे में छोटा, और बड़ा ऐसे दो व्यास होते हैं, उनको यद्यपि गिनती करने में नहीं लाते, तो भी इस अन्तर के कारण से ग्रहों की गति

---

* इस में और भी एक कारण है कि बुध सूर्य्य के पास होने से उसकी कक्षा का परिमाण नेप्च्यून की कक्षा के परिमाण से बहुत छोटा है इसलिये भी नेप्च्यून की अपेक्षा बुध की प्रदक्षिणा शीघ्र पूरी होती है ॥

† हर एक दिन पश्चिम से पूर्व की ओर जो पृथ्वी घूम जाती है उसको दैनंदिन गति कहते हैं ॥

‡ सूर्य्य के आस पास एक वर्ष में एक प्रदक्षिणा पूरी होने के लिये जो पृथ्वी की गति है उसे वार्षिक गति कहते हैं ॥

× १२ वें आकार में देखने से स्पष्ट होगा ॥

असमान होती है, क्योंकि जब वे सूर्य्य के पास रहते हैं तब बहुत शीघ्र चलते हैं, और जब सूर्य्य से दूर रहते हैं तब उनकी गति मन्द हो जाती है ॥

और जिस लिये वे केवल सूर्य्य ही से आकृष्ट नहीं हैं, परन्तु आपस में भी एक दूसरे से खींचे जाते हैं, इसलिये वे परस्पर की शक्ति से अपनी २ कक्षा से, एक दूसरे के आकर्षण के आधीन होके खींचे जाते हैं। और सब ग्रहों में बृहस्पति बहुत बड़ा है इस कारण से, जो ग्रह उसके पास रहता है उसकी गति में वह शीघ्रता उपजाता है। और जो ग्रहों की गति नक्षत्रों में देख पड़ती है, वह उनकी यथार्थ गति की नाईं सर्वदा एक दिशा में आगे को ओर नहीं देख पड़ती है, यह बात आगे वर्णन की है ॥

सब ग्रहों के लिये आकर्षण, और उष्णता, और प्रकाश का केन्द्र सूर्य्य है, अर्थात् सब ग्रहों को प्रकाश और उष्णता सूर्य्य से पहुंचती है और सब ग्रह सूर्य्य की ओर खींचे जाते हैं। और इसके आस पास धूमकेतु और ग्रह घूमते हैं। इसका व्यास ८८४००० आठ लाख चौरासी हज़ार मील और इसका आकार पृथ्वी के आकार से कुछ अधिक लाख गुना १३००००० बड़ा है। और जब हम दूरदर्शकयन्त्र * से देखते हैं तो उसका गोल अप्रकाशमान अर्थात् काला है, और उस गोल के आस पास जो वायु है वह बहुत घन और उसके परिमाणु तेजरूपी हैं और उस वायुचक्र में छेद हैं उनके द्वारा जो भीतर का काला गोल दिखलाई देता है वह सूर्य्य के पृष्ठ पर बहुतसे दाग़ दिखलाई देते हैं † उनके

* दूर्बीन † (आकार क) में देखो ॥

घूमने से यह निश्चय होता है कि सूर्य्य भी २५½ दिन में अपनी अक्ष के आस पास एक बार घूमता है। और हमारे और सूर्य्य के बीच में बुध वा शुक्र के आने से भी कभी २ सूर्य्य के गोल पर दाग़ दिखलाई देते हैं॥

अब ग्रहों की स्थिति में बुध पहिला है, इसका व्यास ३१४० तीन हज़ार एक सौ चालीस मील, और यह सूर्य्य से ३७०००००० तीन करोड़ सत्तर लाख मील अन्तर पर है। और सूर्य्य के आस पास इसकी एक प्रदक्षिणा ८८ दिन में होती है, इसकी गति का वेग एक घंटे में १०९००० एक लाख नौ हज़ार मील चलने का है। और यह सूर्य्य से थोड़े अन्तर पर रहता है तभी दिखलाई देता है, और जब २८° अंश से अधिक दूर हो जाता है तब कभी देखने में नहीं आता, और जिस लिये दिन के समय सूर्य्य के तेज से इसका तेज दब जाता है इसलिये सूर्य्य के उदय और अस्त से थोड़ासा पहिले और अनन्तर देख पड़ता है। यह एक छोटे तारे की नाईं शुक्र तेज से चमकता हुआ दिखलाई देता है और गणित से यह जाना गया है कि पृथ्वी पर जितना सूर्य्य का प्रकाश और उष्णता पड़ती है उसके सात गुनी बुध पर पड़ती है॥

शुक्र, सब ग्रहों में बहुत ही सुन्दर और धूसर रङ्ग का चमकीला तारा है, परन्तु सूर्य्य से ४८° अंश अन्तर तक दिखलाई देता है, इस से अधिक दूर हो तो नहीं देख पड़ता। अर्थात् सूर्य्य के उदय और अस्त के पहिले और अनन्तर ३½ घंटे से अधिक काल तक दिखलाई नहीं देता, और जब यह सूर्य्य से पश्चिम में है तब सूर्य्य के उदय से पहिले,

और जब कि पूर्व की ओर रहता है तब सूर्य्य के अस्त के अनन्तर देख पड़ता है। और तब उसे क्रम से सबेरे का और सन्ध्या का तारा कहते हैं। और दूरदर्शकयन्त्र के द्वारा देखने से यह जाना गया है कि यह और बुध भी अपनी स्थिति के अनुसार चन्द्र की नाईं बढ़ते हुए आकार का दीखते २ वर्त्तुलाकार देख पड़ता है। जब सूर्य्य और पृथ्वी के बीच में बुध वा, यह आता है तब उसका चमकीला भाग सूर्य्य की ओर और काला भाग हमारी ओर रहता है, इसी कारण से उसका नक्षत्र सूर्य्य के गोल में दाग़ की नाईं देख पड़ता है। यह बात बहुत कम होती है, इसका कारण आगे लिखेंगे। अब शुक्र सूर्य्य से ६८००००००० छह करोड़ अस्सी लाख मील दूर है और सूर्य्य के आस पास २२५ दिन में इसकी एक प्रदक्षिणा होती है। और यह एक घंटे में ८०००० अस्सी हज़ार मील चलता है, इसका व्यास ७७७० सात हज़ार सात सौ सत्तर मील है, बरन पृथ्वी के व्यास से कुछ कम है, और यह निश्चित हुआ है कि यह अपने अक्ष के आस पास २३½ साढ़े तेईस घंटे में एक बार घूमता है॥

इसके अनन्तर पृथ्वी भी यहां की गिनती में खस्थ पदार्थों में है, सूर्य्य से इसका मध्यम अन्तर ९५०००००० साढ़े नौ कोटि मील है, और यह एक घंटे में ६८००० अरसठ हज़ार मील अपनी कक्षा में चलती है, और अपने अक्ष के चारों ओर २४ घंटे में एक बार इस प्रकार से घूम जाती है कि इसके पृष्ठ पर का हर एक बिन्दु क्रम से सूर्य्य के साम्हने आता जाता हो॥

॥ आकार

दूरदर्शकयन्त्र के द्वारा देखके यह निश्चित हुआ है कि पृथ्वी से चन्द्र की दूरी २४०००० दो लाख चालीस हज़ार मील है, और यह क़रीब २७ दिन ८ घंटे में पृथ्वी के आस पास एक बार घूम आता है, और इसका व्यास २१८० एकईस सौ अस्सी मील है ॥

मङ्गल, अग्नि के समान लाल रंग का देख पड़ता है, इसका कारण यह है कि उसके आस पास की वायु घन है। सूर्य्य से ईसका अन्तर १४२०००००० चौदह करोड़ बीस लाख मील है, और यह ६८७ दिन में सूर्य्य के आस पास एक प्रदक्षिणा करता है। इसका व्यास ४१८९ इकतालीस सौ नवासी मील और यह अपने अक्ष पर २४½ साढ़े चौबीस घंटे में एक बार घूम जाता है, ॥

मङ्गल की कक्षा के ऊपर छोटे २ नौ ग्रह हैं, उन में से पहिले ४ क्रिश्चियन् शक के १८४६ वें बरस देखे गये, और पांच क्रिश्चियन् शक के १८४६—८ के बीच में जाने गये। उन में पहिले चारों के नाम (वेस्टा,) (जूनो,) (सीरीस,) और (पालेस) ये हैं, और दूसरे पांच (फ़्लोरा,) (एरीस,) (हिबी,) (मेटिस,) और (आस्ट्रिया,) इन नामों से बोले जाते हैं। और सूर्य्य से वेस्टा, २२६०००००० बाईस करोड़ साठ लाख मील दूर है, और यह उसके आस पास ३⅔ बरस में एक बार घूमता है। जूनो की कक्षा का केन्द्र बहुत विषम है अर्थात् यह कभी २ सूर्य्य से बहुत पास और कभी २ बहुत दूर रहता है, सो ऐसा कि सूर्य्य से इसका परम अन्तर ३२०००००००० तीन अरब बीस करोड़ मील और परम न्यून १९०००००००० एक अरब नब्बे करोड़

मील है। और यह अपनी कक्षा में ४½ साढ़े चार बरस में एक प्रदक्षिणा करता है ॥

(सीरीस) और (पालेस,) ये दोनों सूर्य्य से २६३० छब्बीस सौ तीस लाख मील के करीब दूर हैं, और ये सूर्य्य के आस पास कुछ अधिक ४½ साढ़े चार बरस में एक बार घूम जाते हैं। ये दोनों ग्रह आपस में बहुत पास २ हैं ॥

इन सब ग्रहों का व्यास बहुत ज्योतिषियों ने अलग २ कहा हैं, वह जो चाहे सो होय, परन्तु ये इतने बहुत हीं छोटे है कि इनको दूरदर्शकयन्त्र के बिना देखने का असम्भव है। और इन सभों के परिमाण, सूर्य्य से अन्तर, और घूमने के काल के सादृश्य से बहुतेरे लोग यों विश्वास करते हैं कि मूल में सब मिलके एक ग्रह था, और किसी बड़े महान् बल के धक्के से इसके टुकड़े २ हो गये। और ये बहुधा सूक्ष्म ग्रह करके बोले जाते हैं ॥

६ आकार

इनके अनन्तर खस्थ पदार्थों में सब ग्रहों से बड़ा और शुक्र को छोड़ सभों से चमकीला बृहस्पति ग्रह है इसका व्यास८९००० नवासी हज़ार मील, और इसका परिमाण पृथ्वी के परिमाण से १३०० तेरह सौ गुना, और सूर्य्य से इसकी दूरी ४९०० उनचास सौ लाख मील है। और इसको अपनी कक्षा में घूमने को क़रीब बारह बरस लगते हैं। और अपने अक्ष के आस पास दस घंटे में एक बार घूम जाता है, और इस

शीघ्र गति के कारण से अपने ध्रुवों * की ओर बहुत चपटा, और अपने विषुवद्वृत्त † की ओर फूला हुआ है ॥

जब हम दूरदर्शकयन्त्र से देखते हैं, तब इसके पृष्ठ पर अनियत, और समानान्तर, मेघ की भांई पट्टे आर पार दिखलाई देते हैं, कभी २ उन में से ८ वा नौ, और कभी २ एक से अधिक नहीं देख पड़ते ॥

जैसे पृथ्वी के आस पास फिरनेहारा एक चन्द्र है, वैसे बृहस्पति के साथ चार चन्द्र हैं, ये इसके विषुवद्वृत्त के धरातल में बड़े वेग से इसके आस पास घूमते हैं, उन में से जो इसके पास है वह ४२½ साढ़े बयालीस घंटे में, और जो सब से दूर है वह १६½ साढ़े सोलह दिन में इसके आस पास एक बार घूम जाता है । इन चन्द्रों को बृहस्पति बीच में आने के कारण से जो ग्रहण लगते हैं उन से ज्योतिषीयगणित के लिये बड़ा उत्तम आधार मिला है ॥

---

७ आकार

शनि, सूर्य्य से ९००० नौ हज़ार लाख मील दूर है, और उसके आस पास २९½ साढ़े उनतीस बरस में एक बार प्रदक्षिणा करता है । इसका व्यास ७९००० उनासी हज़ार मील, और यह अपने अक्ष पैर १०¼ सवा दस घंटे में एक बार घूम जाता है ॥

---

* अक्ष के दोनों अन्तों के जो दो बिन्दु होते हैं वे ध्रुव कहलाते हैं ॥

† किसी गोल के दोनों ध्रुवों से समान अन्तर पर और उस गोल के समान दो भाग करनेहारा जो वृत्त होता है उसे, उस गोल का विषुवद्वृत्त कहते हैं ॥

अब आकार और पट्टों के विषय में यह भी बृहस्पति की नाईं आश्चर्यकारक है, और इसके ७ चन्द्र हैं वे इसके आस पास २२ घंटे से ७६ दिन तक भिन्न २ काल में एक बार फिर जाते हैं ॥

शनि के देखनें में बड़ा प्रसिद्ध चिन्ह यह है कि वह एक बहुत बड़े चौड़े कड़े से वेष्टित है, और वह कटक बहुत अच्छे दूरदर्शकयन्त्र से दोहरा देख पड़ता है, उस में भीतर के कटक का किनारा शनि से १९००० उन्नीस हज़ार मील दूर है, और दोनों कटकों की चौड़ाई क़रीब ३०००० तीस हज़ार मील, और इन दोनों के बीच का अन्तर १७०० सत्तह सो मील है। और ये दोनों कटक शनि के अक्ष पर घूमते हैं, परन्तु इनके एक बार घूमने में शनि के घूमने के काल से केवल १३ मिनिट अधिक काल लगता है, और अपनी स्थिति के बदल के कारण से पृथ्वी पर के देखनेहारों को बहुत भिन्न २ प्रकार से विलक्षण दिखलाई देते हैं, अर्थात् कभी तो विस्तृत अण्डाकार, और कभी २ शुक्ल रेखा के आकार में देख पड़ते हैं ॥

इसके अनन्तर खस्थ पदार्थों में जो ग्रह है, वह जिसने पहिले प्रसिद्ध किया उसके मरने पर उसी के नाम से बोला जाता था, अर्थात् (हर्शल,) परन्तु इन दिनों में युरेनस करके प्रसिद्ध है। इसके प्रसिद्ध होने का इतिहास यह है कि, क्रिश्चियन् शक के १७८१ वें बरस प्रथम यह कोई एक ग्रह होगा यों जाना गया, अनन्तर यह ग्रह है ऐसा निश्चय होने पर देखा गया कि इसका सूर्य्य से अन्तर १८००० अठारह हज़ार लाख मील, और यह उसके आस पास ८३½ साढ़े

चौरासी बरस में एक प्रदक्षिणा करता है, और इसका व्यास ३५००० पैंतीस हज़ार मील है, और इसके ६ चन्द्र हैं जो कि ६ से १०७ दिन तक अलग २ काल में एक बार उसके आस पास घूमते हैं। इन चन्द्रों के विषय में दो बहुत विलक्षण बातें देखने के योग्य हैं, उन में से पहिली तो यह कि वे युरेनस की कक्षा से जो एक समकोण करनेहारा धरातल होगा उस में घूमते हैं, और दूसरी यह कि और सब ग्रहों के चन्द्र और सब ग्रह पश्चिम से पूर्व की ओर चलते हैं, परन्तु ये उलटे दिशा में अर्थात् पूर्व से पश्चिम की ओर घूमते हैं॥

अन्तिम ग्रह, जो इन दिनों में जाना गया उसे (नेपच्यून) कहते हैं। यह जिस प्रकार से जाना गया उसका इतिहास बड़ा बिलक्षण और प्रसिद्ध है। सो ऐसा कि युरेनस की गति में बहुतसी नियत अव्यवस्था देखी गई, उनकी गणना, इसके ऊपर और कोई ग्रह है वह इसके मार्ग से इसका आकर्षण करता है ऐसे अनुमान के बिना नहीं हो सक्ती थी, तब इङ्गलेण्ड में (आदम) साहिब और पारस में (लवेरियर) साहिब ने गणित से उन अव्यवस्थाओं के विषय में क्रिश्चियन शक के १८४६ वें बरस में अनुमान ठहराया कि ऐसा एक ग्रह अवश्य है, और उन्हों ने उसके देखे जाने का आकाश में स्थान भी निश्चित किया। यह इनका आनुमानिक भविष्यद्वाक्य बर्लिन के (डाक्टरगाल) साहिब ने क्रिश्चियन शक के १८४६ वें बरस डिसेम्बर की २३ वीं तारीख़ को नेपच्यून को प्रथम देखके प्रत्यक्ष से सिद्ध किया॥

अब सूर्य्य से इसका अन्तर २९००० उनतीस हज़ार लाख मील है और यह १६० बरस में सूर्य्य की एक परकम्मा करता

है, इसका व्यास क़रीब ४३००० तेंतालीस हज़ार मील है, और शनि की नाईं यह भी एक कटक से वेष्टित है, इसका व्यास ६४५०० साढ़े चौंसठ हज़ार मील का है, और इसके साथ बहुतसे उपग्रह अर्थात् चन्द्र हैं, उन में से दो तो वेध से देखे गये और अधिक होने का भी असम्भव नहीं है ॥

८ आकार

इस में ग्रहों के परस्पर परिमाण का कुछ विचार दिखलाते हैं, सो ऐसा कि सब से बड़ा वृहस्पति तब शनि, नेप्ट्यून, युरेनस, पृथ्वी, शुक्र, मङ्गल, बुध ये क्रम से एक की अपेक्षा एक छोटे हैं ॥

९ आकार

इस में ग्रहों का सूर्य्य के साथ सापेक्ष अन्तर दिखलाते हैं। यदि सूर्य्य से पृथ्वी का अन्तर १० माना जाय तो बुध का ४, शुक्र का ७, मङ्गल का १६, गुरु का ५२, शनि का १००, युरेनस का १९६, और नेप्ट्यून का ३०५ इस परिमाण से दूरी का अन्तर होगा ॥

अब हम जो दृष्टान्त लिखते हैं उस से खस्थपदार्थों का परस्पर सापेक्ष अन्तर और परिमाण जानने के लिये एक अच्छा आकार बन जायगा। समान भूमी पर एक खेत चुनके उस पर दो फीट व्यास का गोल रक्खो, और मानो कि यह सूर्य्य है। अब इसी के केन्द्र से ८२ फुट का व्यासार्द्ध मानके एक वृत्त करो और इसकी परिधी पर सरसों या राई का एक दाना धरो वह बुध होगा, और वह परिधी उसकी कक्षा

होगी। अनन्तर उसी केन्द्र से १४२ फ़ुट त्रिज्या मान वृत्त बनाके उसकी परिधी पर मटर वा चने का दाना धरो तो वह शुक्र होगा। और २१५ फ़ुट व्यासार्द्ध की परिधी पर भी मटर का एक दाना धरने से वह पृथ्वी होगी। और ३२० फ़ुट व्यासार्द्ध से वृत्त करके उसकी सीमा पर एक मूंग का दाना धरोगे वह मङ्गल होगा। फिर ५०० फ़ुट से ६०० फ़ुट तक त्रिज्या मानके नौ ६ वृत्त करो, और उनकी परिधी पर बालू का एक २ कण धरने से पूर्वोक्त ६ छोटे ग्रह हो जायंगे। इसके अनन्तर क़रीब चौथाई मील के पार एक वृत्त बनाके उस की परिधी पर एक मध्यम नारंगी धरो वह वृहस्पति है। तब एक मील के दो पंचमांश लेके वृत्त बनाकर उसकी परिधी पर छोटी नारंगी धरने से वह शनि होगा। तिस पर क़रीब पौन मील त्रिज्या मान वृत्त बनाय उसकी परिधी पर छोटे बेर के समान युरेनस होगा। अनन्तर कुछ अधिक सवा मील के व्यासार्द्ध से जो वृत्त बनेगा उसकी परिधी पर बड़े गोल बेर के समान नेप्च्यून होगा॥

इन कक्षाओं में ग्रहों की गति का उदाहरण यह है कि बुध, अपनी कक्षा में अपने व्यास के समान ४१" सेकन्द में चलेगा, शुक्र ४' । ४१" चार मिनिट इकतालीस सेकन्द में, पृथ्वी ७' में, मङ्गल ४' । ४८" में, वृहस्पति २ घं० ५६' में, शनि ३ घं० १३' में युरेनस २ घं० १६' में और नेप्च्यून ३ घं० ३५' मिनिट में इस प्रकार अपने २ व्यास के समान अपनी २ कक्षा में चलेंगे॥

इन ग्रहों के सिवाय आकाश में सूर्य्य के आस पास बिषम केन्द्र की कक्षा में घूमनेहारे बहुतेरे पदार्थ हैं, उनको धूम केतु अर्थात् पुछेला तारा कहते हैं। इन पदार्थों ने पछिलों के बीच तर्क और मूर्खों में आश्चर्य्य और भयउपजाया है॥

सैकड़ों धूमकेतु जैसे कि आज तक भिन्न २ काल में दिखला दिये हैं वैसे सब पुराने पंचांगों में लिखे हुए हैं। और उन में से सभों का परिमाण, रूप और अन्तर बहुत भिन्न २ है। इनका आकार बहुत करके चमकीला है, परन्तु अननुगत तेज का एक खण्ड है। और सर्वदा केन्द्र की ओर बहुत चमकीला रहता है, वहां एक तारा वा ग्रह की नाईं देख पड़ता है उसको शिर कहते हैं। इस शिर से दो अथवा बहुतसी तेज की धारा निकलती हैं, और वे कभी २ थोड़ी दूर जाके फिर मिल जाती हैं, और कभी २ बराबर अलग २ ही चलती हैं। इसको पुच्छ कहते हैं॥

धूमकेतुओं के आकार में बहुत थोड़ा घनत्व है, क्योंकि क्रिश्चियन् शक के १७७० वें बरस में जो धूमकेतु देखा गया था वह वृहस्पति के उपग्रहों में उलझ गया, तब यद्यपि बृहस्पति के उपग्रहों की गति में प्रत्यन्त विक्षेप हुआ था, तो भी यह सर्वथा अपनी कक्षा से वृहस्पति के आकर्षण से खींचा गया॥

जिस विधि से ग्रहों की गति नियमित है उसी से धूम-केतुओं की भी नियमित है, परन्तु इनकी कक्षा के धरातल और क्रान्तिवृत्त * से कितना कोण होगा इसकी कुछ सीमा नहीं है। और इनके भ्रमण की दिशा में भी कोई समानता नहीं है॥

* जिस वृत्ताकार मार्ग में सूर्य्य अपनी वार्षिक गति से चलता हुआ देख पड़ता है वा जिस में पृथ्वी अपनी वार्षिक गति से भ्रमण करती है उसे क्रान्तिवृत्त कहते हैं १२ वें (आकार) में देखो॥

11177 दी- 9.3.62

१० आकार

इस में धूमकेतुओं की कक्षा का वर्णन करते हैं, सो ऐसा कि इन खस्थपदार्थों में से कोई २ जब अपने भ्रमण के एक समय में सूर्य्य से पांच लाख मील से अधिक दूर नहीं है तब इनकी कक्षा का दूसरा अन्त बहुधा सूर्य्य से अनन्त दूरी पर रहता है। और जब धूमकेतु सूर्य्य के पास रहता है तब उसे नीच में है, यों कहते हैं, तब इसकी पुच्छ इस को बड़ी शोभा देती है, और सर्वदा यह सूर्य्य से हटता जाता है। तब धूमकेतु भी अपने नीच से हटता जाता है, और उसकी चमक क्रम से घटने लगती है, फिर अन्त में जब कि दूर से दूर चला जाता है तब अदृश्य हो जाता है॥

यद्यपि विशेष धूमकेतु के परावर्त्तन का काल पहिले जानने से यह सर्वथा निश्चित होता है कि धूमकेतु बदामे के आकार की कक्षा में भ्रमण करते हैं, परन्तु इनके बदामे का दीर्घ व्यास सब ग्रहों की कक्षाओं से पार तक बढ़ेगा, और उस कक्षा में जो बिन्दु सूर्य्य से बहुत दूर है उसे उच्च कहते हैं॥

११ आकार

अब सूर्य्य, चन्द्र, और दूसरे ग्रहों की पूर्व से पश्चिम की ओर जो दृश्यमान गति है वह पृथ्वी के अपने अक्ष पर २४ घंटे में एक बार घूमने के कारण से होती है, और नक्षत्रों में जो सूर्य्य का स्थान दिन २ बदलता जाता है, वह एक वर्ष में सूर्य्य के आस पास पृथ्वी के घूमने के कारण से होता

है, यह हम कई बार कह चुके हैं, इन में पृथ्वी की पहिली गति का नाम दैनंदिनगति, और दूसरी का वार्षिकगति नाम है॥

१६ आकार

अब सूर्य्य पर से देखने से जिस मार्ग में पृथ्वी घूमती है, वा पृथ्वी पर से जिस मार्ग में सूर्य्य हमको घूमता हुआ दिखलाई देता है, उसको क्रान्तिवृत्त कहते हैं * इस क्रान्ति-वृत्त के दोनों ओर थोड़े २ अन्तर पर जो अश्विन्यादि नक्षत्र दिखलाई देते हैं, ये बारह समूहों में बांटे गये हैं, इन में हर एक भाग को क्रम से मेष, वृषभ, मिथुन, कर्क, सिंह, कन्या, तुला, वृश्चिक, धन, मकर, कुम्भ, मीन इत्यादि राशि कहते हैं। इस राशिचक्र पर, पृथ्वी के घूमने से सूर्य्य का स्थान बदलता हुआ दीख पड़ता है सो ऐसा कि देखो जब पृथ्वी तुला राशि में प्रवेश करती है, तब सूर्य्य मेष राशि की आदि में दिखलाई देगा, और जब पृथ्वी तुला राशि चलके वृश्चिक की आदि में आवेगी तब सूर्य्य पृथ्वी पर के देखनेहारों को वृषभ के प्रारम्भ में देख पड़ेगा। इसी भांति आगे भी ज्यों २ पृथ्वी अपना स्थान बदलती है त्यों २ उस पर के निवासियों को सूर्य्य अपना स्थान बदलते हुए पश्चिम से पूर्व की ओर प्रतिदिन क़रीब एक अंश चलता हुआ देख पड़ता है। अर्थात् कल्पना करो कि हम नक्षत्रों को दिन में देख सकते हैं, तो जिस नक्षत्र पर पहिले दिन सूर्य्य हो वह नक्षत्र दूसरे दिन सूर्य्य से पश्चिम की ओर क़रीब एक अंश पीछे रहजाता है॥

---

* १२ वें (आकार) में देखो॥

इसी प्रकार से जो नक्षत्र वर्तमान काल में खस्वस्तिक से जानेहारे याम्योत्तरवृत्त पर है, वह उस समय से छः महीने के अनन्तर खस्वस्तिक से जानेहारे याम्यीत्तरवृत्त पर आधी राति को आवेगा। इस से सौर वा सावन, और नाक्षत्र वा आर्क्ष दिन में जो अन्तर है वह निकल आता है, उसकी रीति यह है कि कोई एक नक्षत्र याम्योत्तरवृत्त पर से चल कर फिर उसी स्थान में जितने काल में आजाता है वह काल नाक्षत्र वा आर्क्ष दिन कहाता है, परन्तु सच पूछो तो वह पृथ्वी का अपने अक्ष पर एक बार घूमने का पूरा काल है; और यह घूमना २३ घंटे ५६' मिनिट में होता है, तो यही नाक्षत्र वा आर्क्ष दिन है। और जितने काल में पृथ्वी का अपने अक्ष पर एक फेरा होता है, उतने काल में सूर्य्य क्रान्तिवृत्त पर क़रीब एक अंश आगे बढ़ा हुआ देख पड़ता है, इसी लिये जब किसी स्थान के याम्योतरवृत्त पर से सूर्य्य चलके उसी स्थान में फिर आता है, तब पृथ्वी अपने अक्ष पर एक अंश अवश्य फिर जायगी, इसलिये इस सूर्य्य के भ्रमण को पृथ्वी के भ्रमण से चार मिनिट अधिक काल लगता है, तो यह जो २४ घंटे काल हुआ इसको सौर वा सावन दिन कहते हैं। यह जो सौर और नाक्षत्र दिन का अन्तर जानने की रीति लिखी है इस में और संस्कृत ज्योतिष की रीति में केवल इतना ही भेद है कि यहां मध्यान्ह से मध्यान्ह तक एक दिन माना है और वहां उदय से उदय तक एक दिन गिना है॥

और सूर्य्य के चलने के प्रारम्भ से ऐसे ३६५ सौर दिन वा एक वर्ष बीतने के अनन्तर जिस स्थान से चला था उसी

स्थान पर उन्हीं नक्षत्रों पर जैसा पहिले था वैसा ही फिर आजाता है, और इस काल को सौरवर्ष कहते हैं। और यह दृढ़ स्मरण रक्खो कि जहां २ हमने उस २ विषय के समझने के लिये सूर्य्य की गति लिखी है वह वास्तविक देखो तो पृथ्वी की है॥

यदि दूसरे ग्रहों की कक्षा पृथ्वी की कक्षा के धरातल में उसके समानान्तर होती तो वे ग्रह सूर्य्य के साथ क्रान्तिवृत्त में उसी मार्ग में चलते हुए देख पड़ते, परन्तु ऐसा नहीं है, उनकी कक्षा पृथ्वी की कक्षा से झुकी हुई अर्थात् कोण करके है इसलिये वे कभी तो सूर्य्य से ऊपर और कभी नीचे देख पड़ते हैं॥

---

१३ आकार

मानो कि पृथ्वी की कक्षा (अ क) है और दूसरे ग्रहों की कक्षा इस पर के भिन्न २ बिन्दु होके जाती हैं, तो जहां ग्रह की कक्षा इस पर लगती है वे बिन्दु (ब) और (ड) हैं और वहां क्रान्तिवृत्त से ग्रह कक्षा का सम्पात हुआ है इसलिये इन स्थानों की पात संज्ञा * है॥

अब देखो † कि पूर्वोक्त नौ छोटे ग्रहों में जूनो की कक्षा की पृथ्वी की कक्षा से झोक सब ग्रह कक्षाओं की झोक से बड़ी है, अर्थात् १४$\frac{२}{३}$° की है, और हर्षल की कक्षा की झोक सब से न्यून है अर्थात् पूरा एक अंश भी नहीं है॥

---

* १३ वें (आकार) में देखो॥

† ग्रहों के नाम आदि के (सूचीपत्र) में देखो॥

अब बुध और शुक्र का सूर्य्य से संयोग, अर्थात् हमारी दृष्टी और सूर्य्य के बीच में आना, बहुत बारम्बार क्यों नहीं होता इसका कारण कहते हैं, जिस लिये किसी एक पात * पर वा उसके पास संयोग न हो तो, यह सूर्य्य के ऊपर वा नीचे से चलाजाता है और हमारी दृष्टि के बीच में आके सूर्य्य बिम्ब के आर पार नहीं जाता, इसी कारण बुध, शुक्र और सूर्य्य का संयोग बारम्बार नहीं होता ॥

जब यह पृथ्वी पर से देखे जाते हैं, तो वे सर्वदा समान प्रकार से इसके आस पास घूमते हुए नहीं देख पड़ते, परन्तु वे कभी २ एक से आगे चलते हुए देख पड़ते हैं, कभी २ स्थिर की नाईं देख पड़ते हैं और कभी २ पीछे को चलते हुए देख पड़ते हैं, तिसके अनन्तर फिर स्थिर से देख पड़ते हैं, और फिर आगे को चलते हुए दिखलाई देते हैं, इस दृश्य विषय को ग्रहों की सरल और बक्रगति कहते हैं, अथवा जब ग्रह ऐसी गति पर है तब उसे मार्गी और बक्री कहते हैं। यह सब विषय १४ वें आकार से स्पष्ट होगा ॥

१४ आकार

मानो † कि (अ) पृथ्वी स्थिर है, और सब से निचले ग्रहों में से एक, बुध वा शुक्र (ब) है, और यह स्थिर नक्षत्रों में (ब′) स्थान में दीख पड़ता है, तो जब यह (क) की ओर चलेगा तब यह क्रम से आकाश में अपना स्थान बदलके (क′)

* क्रान्तिवृत्त से बुध और शुक्र की कक्षा का जिस स्थान में संयोग हुआ है ॥

† १४ वें (आकार) में देखो ॥

तक पहुंचेगा और जब यह (ड) पर पहुंचा तब आकाश में (ड′) बिन्दु में देख पड़ेगा, और यहां थोड़े काल तक अर्थात् (च) बिन्दु पर पहुंचने तक स्थिर देख पड़ेगा। अनन्तर जब यह (छ) की ओर चलता है तब आकाश में (क′) की ओर फिरता हुआ देख पड़ता है, और जैसा कि (क) बिन्दु पर रहने से देख पड़ता था, उसी स्थिति में (इ) बिन्दु पर रहने से भी देख पड़ेगा, और जों २ (ह,) (फ,) (ज,) इत्यादि की ओर चलेगा त्यों २ यह (क′,) (ग′,) (ह′,) की ओर चलते हुए देख पड़ेगा, और जब तक यह (ज) बिन्दु से (ह) बिन्दु पर पहुंचेगा तब तक फिर से स्थिर देख पड़ेगा, और जब (ग) की ओर चलेगा, तब वह फिर से (ग′) की ओर चलते हुए देख पड़ेगा। अब यह जो इस प्रकार से देख पड़ता है, इस में थोड़े से अन्तर के लिये पृथ्वी की गति भी कारण है, तथापि इस आकार से उनका सब पूरा कारण स्पष्ट हो जावेगा॥

और इसी आकार से यह भी ज्ञात होगा कि बुध, और शुक्र, ये सूर्य्य से बहुत अन्तर पर क्यों नहीं देख पड़ते, सो ऐसा कि जिस लिये आकाश में सूर्य्य का स्थान (ब) हो तो ये ग्रह दोनों ओर (ह) अथवा (ड) बिन्दु के पार आगे न जाने के कारण से कभी नहीं देख पड़ेंगे। इन दोनों बिन्दुओं को उस २ ग्रह का उच्च कहते हैं, और (ब,) वा (न्) ये दोनों उनके पात वा सूर्य्यसम्मुखस्थान कहलाते हैं॥

अब खगोलविद्या में हमको मुख्य करके जो जानना चाहिये उसके विषय में अर्थात् पृथ्वी और उसके चन्द्र के विषय में कुछ वर्णन करते हैं। पृथ्वी का गोलाकार सिद्ध करने के लिये बहुतसे प्रमाण हैं, उन में से एक तो यह कि

जब पृथ्वी की छाया में चन्द्र घुसता है, तब सर्वदा वृत्ताकार छाया से ढका हुआ देख पड़ता है। और दूसरा यह कि बहुतसे नाविक लोग नौकारूढ़ होके भिन्न २ दिशाओं से इसके आस पास फिर आये हैं। इसके सिवाय और भी सुलभ प्रमाणों का वर्णन अग्रिम आकार में किया गया है ॥

१५ आकार

देखो जिस पृथ्वी का गोलाकारत्व सिद्ध करना है उस पर (अ क) मनुष्य की उंचाई * है, और उसकी आंखों से भूपृष्ठ पर स्पर्श करनेहारी (अ ग) रेखा खींची हुई है, यह रेखा जिस स्थान में भूपृष्ठ पर लगी है वहां तक उस दिशा में उस मनुष्य की पृथ्वी पर देखने को दृष्टिसूत्र की मर्यादा और उसके क्षितिज की सीमा होगी, इसलिये जब कोई जहाज़ समुद्र में से इसके क्षितिज से ऊपर आता है, तब पहिले उसको मस्तूल का अग्र देख पड़ता है फिर नीचे का भाग दीखने लगता है, और तब सब जहाज़ देख पड़ता है। और इसके उलटा जब उस मनुष्य की ओर से क्षितिज के नीचे को जहाज़ चलता है तब मस्तूल का अग्र अन्त तक दीखता रहता है। और जो मनुष्य पृथ्वी पर खड़ा है उसकी अपेक्षा जो कि पहाड़ वा किसी बड़ी उंचाई पर होगा उसे बहुत दूर तक स्पष्ट देख पड़ेगा। और यद्यपि भूपृष्ठ पर बहुतसी बड़ी २ विषमता हमको देख पड़ती है, तो भी पृथ्वी के गोल से और उन से तुलना करके देखें तो वे बहुतही छोटी हैं,

* १५ वें (आकार) में देखो ॥

ऐसी कि एक फ़ुट व्यास के गोल पर जिस प्रमाण में बालू के कण रहते हैं उसी प्रमाण में पृथ्वी के गोल पर ये उंचाई, गहिराई हैं, तो अब इन बिषमताओं से पृथ्वी के गोलाकारत्व में कुछ दोष नहीं है । परन्तु दोनों ध्रुवों में मिले हुए व्यास से विषुवद्वृत्त का व्यास ३४ मील अधिक होने के कारण से पृथ्वी का आकार ठीक गोल रूप नहीं है, इसका कारण यह है कि जिन परमाणुसमुदायों से पृथ्वी का गोल बना है वे परमाणु जितने पृथ्वी के अक्ष से अधिक दूर हैं, उतने ही पृथ्वी की दैनंदिनगति के वेग से अधिक उड़जाने चाहते हैं, इसी लिये उनकी झोक से विषुवद्वृत्त पर पृथ्वी का अक्ष बड़ा और दोनों ध्रुवों में लगा हुआ अक्ष छोटा है ॥

अब देखो यदि पृथ्वी का अक्ष अर्थात् दोनों ध्रुवों में मिलाई हुई रेखा क्रान्तिवृत्त पर अर्थात् उसके धरातल पर लम्ब होती तो सूर्य्य के आस पास पृथ्वी के भ्रमण के सब कालों में सूर्य्य ठीक विषुवद्वृत्त की नाईं बीच में चमकता रहता, और इसी लिये वहां पर ऋतुओं की अदल बदल वा दिन रात का घटना बढ़ना बरस भर में कभी नहीं होता, परन्तु ऐसा नहीं है । क्योंकि पृथ्वी का अक्ष लम्ब की अपेक्षा क्रान्ति-$23\frac{1}{2}°$ अंश से वृत्त झुका है, और सर्वदाउसी दिशा में रहता है, सो ऐसा कि दोनों ध्रुव अपनी पारी से सूर्य्य की ओर होते हैं, और कर्क और मकर के बीच में जो अन्तर है उसके सब भागों के साम्हने सूर्य्य क्रम से चमकता रहता है ॥

१६ आकार

इस में पृथ्वी की चार भिन्न २ स्थितियों का वर्णन करते हैं। जून महीने की २२ वीं तारीख़ को उत्तरध्रुव सूर्य्य की ओर झुका रहता है, और तब उत्तरगोलार्द्ध में ग्रीष्म ऋतु होती है, और इस समय सूर्य्य ठीक कर्कादि बिन्दु पर चमकता है॥

डिसेम्बर की २२ वीं तारीख़ को दक्षिणध्रुव फिर कर सूर्य्य की ओर हो जाता है, और तब सूर्य्य ठीक मकरादि बिन्दु पर चमकता रहता है, उस समय दक्षिणगोलार्द्ध में शिशिर ऋतु होती है॥

मार्च और सेपटेम्बर महीने की २१ वीं तारीख़ को दोनों ध्रुव सूर्य्य की ओर बराबर फिर जाते हैं, अर्थात् पृथ्वी के मध्य से जानेहारे पूर्वापरवृत्त के ऊपर सूर्य्य रहता है और तब सूर्य्य क्रम से मेषादि और तुलादि में रहता है इसलिये ठीक विषुवद्वृत्त पर चमकता रहता है, और इसी कारण से इस समय हर एक गोलार्द्ध में प्रकाश और उष्णता के अंश समान रहते हैं, और सब गोल पर दिन रात समान होती है। इन दोनों कालों को क्रम से महाविषुव, और विषुवपद अर्थात् (वासंतविषुव और शारदविषुव) कहते हैं। और जून की २२ वीं तारीख़ को उत्तरायण का और डिसेम्बर की २२ वीं तारीख़ को दक्षिणायन का अन्त होता है॥

अब यह देखो कि मार्च की २१ वीं से सेपटेम्बर की २१ वीं तक सूर्य्य उत्तरखगोलार्द्ध में है, इसलिये उत्तरगोलार्द्ध का बड़ा भाग सूर्य्य से प्रकाशित रहता है, इसी लिये दिन बड़ा और रात छोटी होती है। इसी प्रकार से यदि हम ध्रुव के

पास तक पहुंचें तो वहां पर छः महीने तक सूर्य्य चमकता हुआ दीखेगा अर्थात् वहां छः महीने का दिन होगा ॥

और इसके उलटा सेपटेम्बर की २१ वीं से मार्च की २१ वीं तक उत्तरगोलार्द्ध का बड़ा भाग सूर्य्य के तेज से नहीं चमकता है इसलिये रात बड़ी और दिन छोटा होता है, और इस समय उत्तरध्रुव पर छः महीने तक सूर्य्य दिखलाई नहीं देता अर्थात् वहां छः महीने की रात होती है। और ज्यों २ हम विषुवद्वृत्त के पास २ हों त्यों २ दिन रात्रि की वृद्धि का अन्तर घटके अन्त में अर्थात् उसी वृत्त पर वे सर्वदा समान होते हैं, क्योंकि यह वृत्त सर्वदा समान प्रकार से प्रकाशित और अप्रकाशित भागों में बराबर बटा हुआ है ॥

यद्यपि पृथ्वी अपनी कक्षा के आकार के कारण से उष्ण-काल की अपेक्षा शीतकाल में क़रीब ३० लाख मील सूर्य्य के पास रहती है, तो भी उष्णकाल की नाईं शीतकाल में सूर्य्य ठीक हमारे ऊपर न रहने के कारण से उसकी किरणों का थोड़ासा भाग हमारे तक पहुंचता है इसलिये तब वायु बहुत ठण्डी हो जाती है, और अधिक शीत पड़ने लगता है ॥

अब चन्द्र पृथ्वी के आस पास अपनी एक प्रदक्षिणा अर्थात् भपञ्जर में जिस स्थान से चला उसी स्थान पर २७ दिन ८ घंटे में आकर पूरी करता है, परन्तु दो नवीन चन्द्रों के अर्थात् दो अमान्तों के बीच में जो काल है वह २६ दिन १३ घंटे का होता है, इसका कारण यह है कि जब चन्द्र पृथ्वी के आस पास एक प्रदक्षिणा करता है, तब पृथ्वी भी अपनी कक्षा में सूर्य्य के आस पास फिर जाती है, इस कारण

से चन्द्र को अमान्त पर आने के लिये २ दिन पांच घंटे अधिक लगते हैं। और चन्द्र अपनी प्रदक्षिणा में अपने स्थान को नियत बदल से देख पड़ता है इस बात को सब लोग भली भांति जानते हैं॥

१० आकार

इस * में चन्द्र के भिन्न २ दर्शनों के जो अलग २ नाम हैं उनका कारण दिखलाते हैं॥

तो पहिले यह समझना चाहिये कि ग्रह और उनके चन्द्र, सूर्य्य की नाईं आपसे नहीं चमकते, परन्तु जो सूर्य्य के किरण उन पर गिरते हैं उन से वे चमकते हैं, इसलिये जब पृथ्वी और सूर्य्य के बीच में चन्द्र आता है अर्थात् जब अमान्त में रहता है तब उसका सूर्य्य की ओर का अर्द्ध चमकता रहता है और पृथ्वी की ओर का भाग न चमकने के कारण से दिखलाई नहीं देता, तिस पर क़रीब दो दिन के अनन्तर पृथ्वी पर से उसका बहुत छोटा चमकीला भाग दीखने लगता है। इसलिये इसको नया चांद कहते हैं॥

और जों २ वह अपनी गति से आगे बढ़ता है त्यों २ अधिक २ दिखलाई देता है, और जब वह अपनी कक्षा की चौथाई पर पहुंचता है तब पृथ्वी पर से उसके चमकीले भाग का आधा देखने में आता है और जब कि पृथ्वी की एक ओर सूर्य्य और ठीक दूसरी ओर चन्द्र आता है, अर्थात् पूर्णान्त में आता है तब यह स्पष्ट है कि उसका सब चमकीला भाग

---

* १७ वें (आकार) में देखो॥

देखने में आता है, इसलिये तब उसको पूर्णचन्द्र कहते हैं। इसके अनन्तर जब तक अमान्त में पहुंचता है तब तक वह फिर घटने लगता है, और अंत में कुछ भी नहीं दिखलाई देता। और चन्द्र का एक ही भाग सर्वदा पृथ्वी की ओर फिरता रहता है, इसी कारण पृथ्वी के आस पास एक प्रदक्षिणा में उसके सब भाग क्रम से सूर्य्य के साम्हने आते जाते हैं। सो ऐसे कि जब चन्द्र अमान्त में है तब जो उसका भाग पृथ्वी की ओर है वह पूर्णान्त में पृथ्वी की ओर रहके सूर्य्य के साम्हने हो जाता है॥

अब दूसरे खस्थपदार्थों की अपेक्षा चन्द्र गोल के बिषय में हमको अच्छा ज्ञान है, सो ऐसा कि, दूरदर्शकयंत्र की सहायता से हम उसकी पृष्ठ पर पहाड़ वा दरियों के कारण से जो बिषमता हैं उनका निश्चय इस प्रकार से कर सकते हैं कि, चांद के किनारे पर की कछुए की पीठ की नाईं जो सीमा सूर्य्य की ओर फिरी हुई देख पड़ती है वह सर्वदा वृत्ताकार और बहुत करके समान और चिकनी है, परन्तु इसकी दूसरी ओर काले भाग की सीमा सर्वदा बहुत ही ऊंची नीची और उंचाई और गहरे गढ़ों से कंगूरेदार देख पड़ती है॥

तो जब चन्द्र गोल पर के उन भागों को सूर्य्य का उदय और अस्त होता है तब जैसी उस किनारे के पास के पहाड़ों की छाया पड़नी चाहिये वैसी ही बहुत लंबी काली छाया गिरी हुई हम देखते हैं, परन्तु जैसी २ छाया की काली सीमा इन पहाड़ों के पार बढ़ती जाती है वैसी वैसी इनकी छाया छोटी होती जाती है। और पूर्णचन्द्र के समय चन्द्र की पृष्ठ पर, किसी भाग में छाया नहीं देख पड़ती। और

छोटे बिन्दु की चाई अर्थात् काले भाग के अंतिम किनारे के पार प्रकाश का छोटासा भाग दिखलाई देने से वैसे पहाड़ों की स्थिति का निश्चय दृढ़ होता है । क्योंकि वे छोटे बिन्दु या प्रकाशित भाग उनके शिखर हैं, और बिचले पृष्ठ भाग पर सूर्य्य किरण पड़ने के पहिले उन पर आपड़ते हैं । और जैसा २ प्रकाश आगे को बढ़ता जाता है वैसे २ वे शिखर आगे को नहीं बढ़ सकते, और साधारण पृष्ठ से बहुत ऊंचे दिखलाई देते हैं । और ये चन्द्र पर के पहाड़ प्रायः ज्वालामुखी के चिन्हों से भरे हुए दिखलाई देते हैं, और जो सब में बड़ा पहाड़ है वह पौने दो मील के क़रीब ऊंचा है ॥

१८ आकार

सब ग्रह और उनके चन्द्रों के पीछे काली छाया पड़ती है, तो सूर्य्य और ग्रहों के सापेक्ष परिमाण के अनुसार कैसी छाया पड़ेगी यह इस आकार में दिखलाते हैं * ॥

उदाहरण के लिये, यदि सूर्य्य उस ग्रह से छोटा हो जिस पर इसका प्रकाश पड़ता है, तो उसकी छाया जहां से निकली है उसकी दूरी के अनुसार बढ़ती हुई फैलती जायगी । और यदि दोनों खस्थपदार्थ अर्थात् स्वप्रकाश और परप्रकाश समान हों तो छाया सर्वदा एक ही प्रमाण में रहेगी । परन्तु जैसा कि यथार्थ में है, वैसा अर्थात् यदि दोनों पदार्थों में चमकीला पदार्थ बहुत बड़ा है तो उनके परिमाणों का अन्तर जैसा २ बहुत होगा उतनी ही अधिक शीघ्र छाया घटके एक बिन्दु

---

* १८ वें (आकार) में देखो ॥

में समाप्त हो जायगी यह बात प्रत्यक्ष है। इसलिये सूर्य्य की अतिशय बड़ाई से हर एक ग्रह की छाया इतने शीघ्र घटके एक बिन्दु में जामिलती है, कि उन में से किसी एक की छाया दूसरे की कक्षा तक नहीं पहुंचती, परन्तु कभी २ चन्द्र की छाया पृथ्वी पर और पृथ्वी की चन्द्र पर पड़ती है॥

१९ आकार

सूर्य्य और पृथ्वी के बीच चन्द्र के आने से पृथ्वी पर जिस भाग में उसकी छाया पड़ती है उस भाग के निवासियों को सूर्य्यग्रहण दिखलाई देता है, वह छाया दो प्रकार की होती है, एक तो काली छाया, जिसको पूर्ण छाया कहते हैं, और दूसरी, धूसर छाया जिसे अपूर्ण छाया कहते हैं, और यह धूसर छाया अपने प्रारम्भ से जैसी २ आगे बढ़ती है वैसी २ फैलती जाती है, और जैसी २ पूर्ण छाया से दूर होती जाती है वैसी २ अधिक फीकी होती जाती है। तो अब पृथ्वी के जिन भागों पर यह छाया पड़ती है वहां के लोगों की स्थिति, सब सूर्य्य को ढांकनेहारी पूर्ण छाया से, जैसी २ पासवा दूर होगी उसी प्रमाण के अनुसार उनको सूर्य्य अधिक वा न्यून ढका हुआ दिखलाई देगा॥

२० आकार

पृथ्वी की छाया क़रीब ८४0000 आठ लाख चालीस हज़ार मील लम्बी होती है, और चन्द्र इस छाया में जहां प्रवेश करता है, उस छाया के परिमाण के अनुसार अधिक वा न्यून अपनी

चमक से रहित होजाता है । अब सूर्य्यग्रहण केवल नये चांद के समय अर्थात् जब सूर्य्य अमान्त पर है, तभी हो सकता है, क्योंकि उसी समय सूर्य्य और पृथ्वी के बीच चन्द्र रहता है । और चन्द्रग्रहण पूर्णचन्द्र के समय अर्थात् जब चन्द्र पूर्णान्त में है तभी होता है, क्योंकि उसी समय सूर्य्य और चन्द्र के बीच में पृथ्वी रहती है ॥

२१ आकार

इस में हर एक दर्शान्त के समय सूर्य्यग्रहण और हर एक पूर्णान्त में चन्द्रग्रहण क्यों नहीं होता इसका कारण कहते हैं * । देखो क्रान्तिवृत्त के धरातल पर जो रेखात्मकवृत्त हैं वे चन्द्र की कक्षा हैं, तो इस अवस्था में स्पष्ट है कि उस काल में सर्वदा ग्रहण होने में कुछ प्रतिबन्धक नहीं है, परन्तु चन्द्र की कक्षा पृथ्वी की कक्षा के धरातल, जो कि बिन्दुओं के वृत्तों से दिखलाये हैं उनके साथ कोण करके झुकती हुई रहने से बहुधा चन्द्र की छाया या तो पृथ्वी के ऊपर से या नीचे से चली जाती है, और कोई ग्रहण नहीं होता, और जब कि पात पर वा उसके पास क्रम से दर्शान्त और पूर्णान्त होता है तभी केवल सूर्य्य और चन्द्र का ग्रहण हो सकात है ॥

अब चन्द्रकक्षा के संयोग, अर्थात् पात एक ही स्थान पर स्थिर नहीं रहते परन्तु १८ वर्ष और दस दिन में वक्र-

---

* २१ वें (आकार) में देखो ॥

गति से अर्थात् पीछे हटते २ एक कोण काटते हैं, और जिस लिये इतने काल में चन्द्र के क़रीब २२३ दो सौ तेईस फेरे पूरे होते हैं, इसलिये वह इस हर एक काल के अन्त में क्रान्तिवृत्त के उसी बिन्दु में फिर आता है, और इतने काल के बीच में जितने ग्रहण होते हैं, उन में परस्पर थोड़ा भेद रहता है। और इस इतने काल को कभी २ चन्द्रकालचक्र कहते हैं। जिस काल में सूर्य्य वा चन्द्र का ग्रहण होता है वह काल अमान्त वा पूर्णान्त में चन्द्र के पातों में से किसी एक पात पर वा उसके पास चन्द्र के आने पर आश्रित है। यदि चन्द्र अपने चक्रभ्रमणारम्भ में पात पर हो अर्थात् चन्द्र, सूर्य्य, और पृथ्वी के केन्द्र एक रेखा में होवें, और उसी समय चन्द्र अपनी कक्षा के उस स्थान में हो जो कि पृथ्वी के बहुत समीप है, अर्थात् अपने नीच में हो तो पृथ्वी पर जिस स्थान में पूर्ण छाया पड़ेगी वहां के निवासियों को पूरा ग्रहण देख पड़ेगा। और जिस प्रदेश में धूसर छाया पड़ेगी वहां अंशतः ग्रहण देख पड़ेगा॥

परन्तु चन्द्र अपनी कक्षा में पृथ्वी से अत्यन्त दूर प्रदेश पर अर्थात् उच्च में हो तो पूर्ण छाया पृथ्वी तक नहीं पहुंचेगी और वलयाकार ग्रहण होगा अर्थात् सूर्य्य को चन्द्र सब का सब नहीं ढांक लेगा परन्तु चन्द्र के आस पास कड़े की नाईं एक तेज का चक्र दीखता रहेगा॥

सूर्य्य के पूर्ण और वलयाकार ग्रहण बहुत थोड़े होते हैं, परन्तु यह बहुधा होता है कि दर्शान्त के समय चन्द्र अपने पात की दोनों ओर में से किसी ओर थोड़े काल तक भूमि कक्षा के धरातल से ऊपर वा नीचे की ओर रहता है। और

ऐसी अवस्था में पूर्व छाया पृथ्वी से ऊपर वा नीचे रहती है, तब ग्रहण अंशतः देख पड़ेगा ॥

और चन्द्रग्रहण भी इसी कारण से होता है, परन्तु पृथ्वी की छाया का परिमाण बड़ा है, इसलिये सूर्य्य की अपेक्षा चन्द्र के पूर्णग्रहण बहुत बारम्बार होते हैं। और संपूर्ण पृथ्वी पर किसी एक वर्ष में सूर्य्य और चन्द्र दोनों के सात से अधिक और दो से न्यून ग्रहण हो नहीं सकते, और बहुत करके चार होते हैं, उन में से प्रत्येक के दो प्रकाशसहित अर्थात् अंशतः होते हैं ॥

---

२२ आकार

अब जैसे ग्रहणों के आश्चर्यकारक विषयों में चन्द्र कारण है वैसा ही एक स्वाभाविक परन्तु परमाश्चर्यकारक समुद्र के ज्वार भाटे का भी मुख्य उत्पादक चन्द्र ही है। उसके विषय में वर्णन करते हैं* ॥

जिस लिये, अपने २ परिमाण के अनुसार उस २ पदार्थ में आकर्षण शक्ति रहती है, इसलिये पृथ्वी में जैसी चन्द्र के लिये आकर्षण शक्ति है वैसे पृथ्वी के लिये चन्द्र में भी है, इस कारण से पृथ्वी पर के अधिक द्रव पदार्थ, उस बिन्दु पर जो कि चन्द्र से बहुत पास है, चन्द्र के आकर्षण से खींचे जाते हैं। सो इस प्रकार से कि पृथ्वी के किसी प्रदेश में जहां कि पानी बहुत गहरा है वहां जब चन्द्र ठीक ऊपर आता है अर्थात् वहां के दक्षिणोत्तर वृत्त पर रहता है, तब और २

---

* २२ वें (आकार) में देखो ॥

काल की अपेक्षा पानी की गहराई बहुत बढ़ जाती है, अर्थात् पानी ऊपर को उठता है ॥

और २४ घंटे में अपने अक्ष के आस पास पृथ्वी के एक बार घूमने के कारण से, उसका हर एक भाग उतने ही काल में एक बार चन्द्र के ठीक साम्हने होता जाता है, और इसके अनुसार पृथ्वी के हर एक भाग पर का जल २४ घंटे में एक बार उठता है ॥

परन्तु जिस लिये चन्द्र इतने काल में अपनी कक्षा का ३० वां भाग चलके आगे बढ़ जाता है और इसके अनन्तर फिर से याम्योत्तर वृत्त पर जहां पहिले था वहां २४$\frac{३}{४}$ घंटे बीतने पर आता है, इसलिये एक ज्वार से दूसरी ज्वार तक जो काल बीच में होता है वह इतना ही होना चाहिये। परन्तु हम देखते हैं कि एक ज्वार से दूसरी ज्वार आने तक इस से आधा काल बीतता है, सो इस प्रकार से कि जहां एक बार भरती आई थी उसके ठीक साम्हने पृथ्वी की दूसरी ओर इस आधे काल के अनन्तर जब चन्द्र रहता है तब वहां जितना पानी उठता है उसी के क़रीब पहिले स्थान पर भी ज्वार होती है तो अब इसका कारण, आगे जो आकर्षण का प्रकार लिखा है उस से स्पष्ट जान पड़ेगा ॥

देखो आकर्षण की विधि यह है कि, जिस पदार्थ से जिन पदार्थों का आकर्षण होता है, उन में एक की अपेक्षा दूसरे का जितना अन्तर अधिक होगा उस अन्तर के वर्ग के अनुसार आकर्षण घटता है, इसलिये पृथ्वी की पृष्ठ पर का चन्द्र की ओर का भाग उसके केन्द्र की अपेक्षा चन्द्र के आकर्षण से अधिक खींचा जाता है, इसी प्रकार से उस भाग के ठीक

सामहने के भाग की अपेक्षा केन्द्र पर चन्द्र का आकर्षण अधिक रहता है, इसलिये उस भाग के जल पर पृथ्वी के केन्द्र का आकर्षण कम होजाता है, और इसी कारण से उस भाग का पानी भी चन्द्र के निचले भाग के पानी के बराबर उठता है, तब इन दोनों बिन्दुओं की ओर मध्य के दो बिन्दुओं से पानी खींचा जाता है, इसी कारण से उन दो मध्यस्थानों में भाटा होता है ॥

२३ आकार

और भी जल पर सूर्य्य के आकर्षण की भी शक्ति रहतीहै, परन्तु चन्द्र के ऐसी बहुत नहीं है। इसके विषय में गणित से यह निश्चित हुआ है कि, समुद्र के साधारण पृष्ठ से चन्द्र के आकर्षण से ६ फुट जल ऊंचा उठता है, और सूर्य्य के आकर्षण से २ फुट उठता है ॥

२४ आकार

अमावस के दिन सूर्य्य और चन्द्र दोनों एक ही दिशा में आकर्षण करते हैं, तब जल ६ फुट के बदले ८ फुट ऊंचा उठता है, उसे बड़ी ज्वार कहते हैं ॥

२५ आकार

पूर्णिमा के दिन भी इसी प्रकार से होता है, इसका कारण यह है कि सूर्य्य और चन्द्र ये दोनों पृथ्वी के प्रत्येक भाग पर एक ही समय आकर्षण करते हैं। और इस प्रकार से ये

चिन्ह से दिखलाये हैं उनका नाम (वर्जिनिस्) है, इनके भ्रमण को ६२९ वर्ष लगते हैं। अब ये जो एक दूसरे के आस पास घूमते हैं, इनके सूर्य्य होने में वा इन सब के आस पास ग्रह, उपग्रह, धूमकेतु आदि होने में कुछ आश्चर्य नहीं है॥

अब देखो कि युग्म नक्षत्रों में से बहुतेरे नक्षत्रों के सुन्दर और विलक्षण परस्पर विरुद्ध रङ्ग दिखलाई देते हैं। इस प्रकार के तारों में बड़े नक्षत्र का रङ्ग बहुधा लाल वा नारङ्गी रङ्ग की नाईं रहता है। और छोटा नीला वा हरा दिखलाई देता है। और लाल और हरा वा पीला और नीला, ऐसे दो सूर्य्यों के प्रकाश के वैलक्षण्य से उसके आस पास घूमनेहारे ग्रहों का वर्ण अवश्य विलक्षण होता है, और जो मनोरञ्जक विरोधि वर्णों का सुखद परिवर्तन अर्थात् लाल वा हरा दिन, जैसा शुक्ल और कृष्ण के बदल से, अथवा एक वा दूसरा वा दोनों क्षितिज से ऊपर दृश्यमान रहने के कारण से उत्पन्न हो सकता है, वैसा मन में अनुभव करने की अपेक्षा शब्दों से वर्णन करना बहुत सहज है॥

और (हर्शेल) साहिब ने बहुत अच्छी दुर्बीन से बहुतसे छोटे २ मेघ की नाईं सितारों के झुण्ड आकाश के भिन्न २ भागों में फीके धूसर तेज युक्त प्रकाशित किये हैं। इनके विषय में बहुतेरों ने यों सोचा है कि ये नक्षत्रों के झुण्ड हैं और इतनी दूर हैं कि इनके दूरत्व का निश्चय नहीं हो सकता, इन में से जो कि केवल धूसर मेघ झुण्ड ही दिखलाई देते हैं, उनके नाम आगे के आकार में लिखे हैं॥

२९ आकार

जो मन्दाकिनी वा आकाशगङ्गा दिखलाई देती है वह असङ्ख्य नक्षत्र समुदायों से बनी हुई है, और इतनी दूर है कि बहुत ही उत्तम दूरदर्शकयंत्र की सहायता बिना उसके अवयव देखने में नहीं आते। और डाकृर (हर्षल) साहिब ने अपनी दुर्बीन के द्वारा जितने तारे उस यंत्र के साम्हने आकाश के प्रदेश में देखे उनकी गणना ७२०० बहत्तर सौ की और वह प्रदेश खगोलार्द्ध का १५००००० पन्द्रह लाखवां विभाग था, और जो आकाशगङ्गा का भाग यंत्र से देखा गया है वह ३० वें आकार में वर्णित है॥

३० आकार

यह स्पष्ट है कि आकाशगङ्गा बहुतसे नक्षत्र समुदायों से बनी है, और वह दूसरे और नक्षत्र समुदायों की अपेक्षा हम से बहुत पास होने के कारण से हमको बड़ी और अलग २ दिखलाई देती है॥

इन नक्षत्र समूहों के आकार के विषय में गणितिक लोगों के बीच बहुतसा मतभेद है। और यह असम्भवनीय नहीं है कि कोई २ विशेष नक्षत्रों के आकार में निश्चय योग्य होंगे। और दूसरे, चमकीले परमाणुसमुदायों से बने हैं, जो परमाणुसमुदाय क्रम से, धूमकेतु के आस पास के पदार्थ की नाई एक विशेष तारे के आस पास घन होते जाते हैं॥

अनुमान से यह निश्चित होता है, कि खगोल के अनेक भागों में, जिन अनेक प्रेरककारणों से प्रेरणा होती है, और जो दोषनिवारक विलक्षणशक्ति, अनुमित न हो तो भी जहां

तहां उन भागों पर लगाई जाती है, उन विषयों तक किसी मनुष्य का अभ्यास या ज्ञान बढ़ना असम्भव है। अर्थात् जिस लिये हमारे खगोल की मूलीयस्थिति को प्रेरण करते हुए उन भागों पर ऐसी गति की योजना करना कि जिस में संपूर्ण खगोल की गणना में एक स्थिरता होजावे, यह सब काम बुद्धि और कल्पना का है, और बुद्धि और कल्पना का अंत आज तक किसी ने नहीं पाया है। तथापि सर्वदा अधिक जानने की इच्छा करने से, अवश्य अधिक ज्ञान होगा॥

इति॥

आकार क
कालासूर्यबिम्ब
सूर्य पर का दाग

आकार १२
आगस्त
जुलाई
मेष
मीन
आकार १३
क

आकार १४
आकार १५

आकार १७
पौर्णमासी
कृष्णाष्टमी
शुक्लाष्टमी
अमावास्या
आकार १८
प. प्र.
स्व. प्र.
पर प्रकाश
स्व. प्रकाश

क्रांतिवृत्त
अर्थात
चन्द्रकक्षा
पात
सू
चन्द्र की छाया उत्तर ध्रुव के ऊपर से जाती है
चन्द्र की छाया दक्षिण ध्रुव के नीचे से जाती है

आकार २१

आकार २६

National Library, Calcutta 27